

Construcción de un modelo dinámico del ciclo celular. Una experiencia en el aula de Biología universitaria

Rosana Barra, Romina Acosta, Jesica Fernández, Luciana Atencio, Candela Bornemann, Brenda Pérez, Cosntanza Marafuschi, Pablo de Andrea, Luciano Guadagno, Alfredo Vilches, Teresa Legarralde¹

Cátedra Biología General.

Departamento de Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata (Argentina)

¹teresalegarralde@hotmail.com

Resumen

En este trabajo se describe una experiencia realizada con alumnos de los profesorados de Química, de Física y de Ciencias Biológicas de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (UNLP); el objetivo fue diseñar un material didáctico concreto y emplearlo en una propuesta de clase orientada a colaborar en la comprensión adecuada de los procesos implicados en el ciclo celular y las características inherentes de cada etapa, asociadas a los mecanismos de división celular. Estas temáticas han sido reportadas como fuente de conflictos en relación a su enseñanza y a su aprendizaje, vinculándose a incomprendiones, conceptualizaciones inadecuadas, confusiones de términos o expresiones utilizadas como sinónimos; en este sentido, las valoraciones de los estudiantes participantes de la experiencia la consideraron positivamente dado que colaboró con la comprensión de los temas tratados, volvió dinámica la tarea bajo un abordaje novedoso o no habitual, modalidad a tener en cuenta en la futura labor docente. Por ello, el trabajo realizado se presenta como una propuesta alternativa para abordar estas temáticas con la intención de generar nuevos caminos para el tratamiento didáctico de nociones complejas.

Palabras clave: estudiantes universitarios; aula de Biología; ciclo celular; material didáctico; enseñanza y aprendizaje.

Introducción

La búsqueda de alternativas para la enseñanza de distintos temas del área de la Biología es una inquietud propia de los docentes que se desempeñan en distintos niveles de la educación, particularmente cuando se trata de contenidos que generan dificultades para su comprensión, ya sea por su complejidad o por su abstracción. En este sentido, los contenidos vinculados al ciclo celular y sus diferentes etapas suele ser fuente de conflicto para los estudiantes de diversas edades. Las características propias de este tema, que involucra procesos que ocurren a nivel macromolecular, subcelular y celular, lo vuelve un tema de difícil abordaje en el aula ya que esta naturaleza propia del contenido representa un obstáculo para su aprendizaje. Diferentes autores han abordado las problemáticas asociadas a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de este campo existiendo consenso respecto a la barrera que representa para el estudiante la comprensión de estos temas (Ayuso y Banet, 2002; Báez Islas, Flores Camacho, García Rivera y Gallegos Cáceres 2017; Barros y Carneiro, 2005; Corbacho y De, 2009; Diez de Escribano y Caballero Sahelices, 2004; Diez de Tancredi y Caballero, 2004; Flores-Camacho, Gallegos Cáceres y Cruz Cisneros (2017); Gailhou, Ercoli, Tello Alvial y Wajncer, 2008; Gallarreta, 2002; Legarralde, Rosenberg, Vilches 2016; Legarralde et al. 2018; Legarralde, de Andrea y Vilches, 2019; Ruiz González, Banet y López Banet, 2017). Muchos de los estudios reportados en la bibliografía involucran a alumnos del nivel superior y universitario (Gallarreta, 2003; Grande, Charrier Melillán y Vilanova, 2008; Klautau, Dulce, Silviene, Helena y Correia, (2009); Legarralde, Gallarreta y Vilches, 2012; Legarralde, Vilches y de Andrea, 2014; Rendón, Galagovsky, Stella y Alonso, 2008). En esta línea, Klautau et al., (2009), creen necesario abordar la división meiótica y los procesos de formación de gametos en el contexto de la herencia biológica ya que se presentan y documentan dificultades para relacionarlas. Al respecto, Klautau-Guimarães, Oliveira, Akimoto, Hiragi, Barbosa, Rocha y Correia (2008) aconsejan que en la formación superior, y con el objeto de contribuir a mejorar la comprensión de fundamentos básicos de Genética, se deben utilizar recursos didácticos específicos, que atiendan a los aspectos citológicos y genéticos, a los procesos de mitosis y meiosis, a la estructura de los cromosomas, así como a la ploidía de las células resultantes y a la cantidad de material genético. Por lo expuesto, el objetivo de esta experiencia fue desarrollar un material didáctico concreto y aplicarlo a una secuencia de clase que favorezca la comprensión de los procesos involucrados en el ciclo celular y las

características sustantivas de cada etapa, asociadas a los mecanismos de división celular.

Desarrollo

Esta actividad se realizó con 30 alumnos del espacio curricular Biología General, asignatura que reúne alumnos de las carreras del 2° año de los profesorados de Química y de Física y de 1° año del profesorado de Ciencias Biológicas de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE), Universidad Nacional de la Plata (UNLP). Con la finalidad de configurar el estado del material genético (en forma de cromatina) en el período G_1 de la Interfase (previo a la replicación del ADN) y en el período G_2 (posterior a la replicación), se prepararon ovillos de lana de distinto color (Figura 1 Ay B). Para representar el comportamiento de los cromosomas durante la división celular y tomando las ideas de Klautau-Guimarães (2008), como parte del diseño se construyó un material didáctico concreto y específico que pudiera ser manipulado fácilmente por los alumnos. El mismo consistió en utilizar piezas de madera de 3 cm x 5 cm; sobre cada una de ellas se pegó la imagen de una cromátide (Figura 1C), con la intención que las piezas fueran manipuladas por los estudiantes y con el objeto de representar tanto cromosomas simples o duplicados uniendo las piezas de madera de modo similar a lo que se hace en un juego de dominó (Figura 1D). Además se elaboraron plantillas diagramáticas que contenían el contorno de una célula (membrana plasmática), el núcleo y el huso acromático, éstas se utilizaron para representar la dinámica de la división celular (Figura 1E).

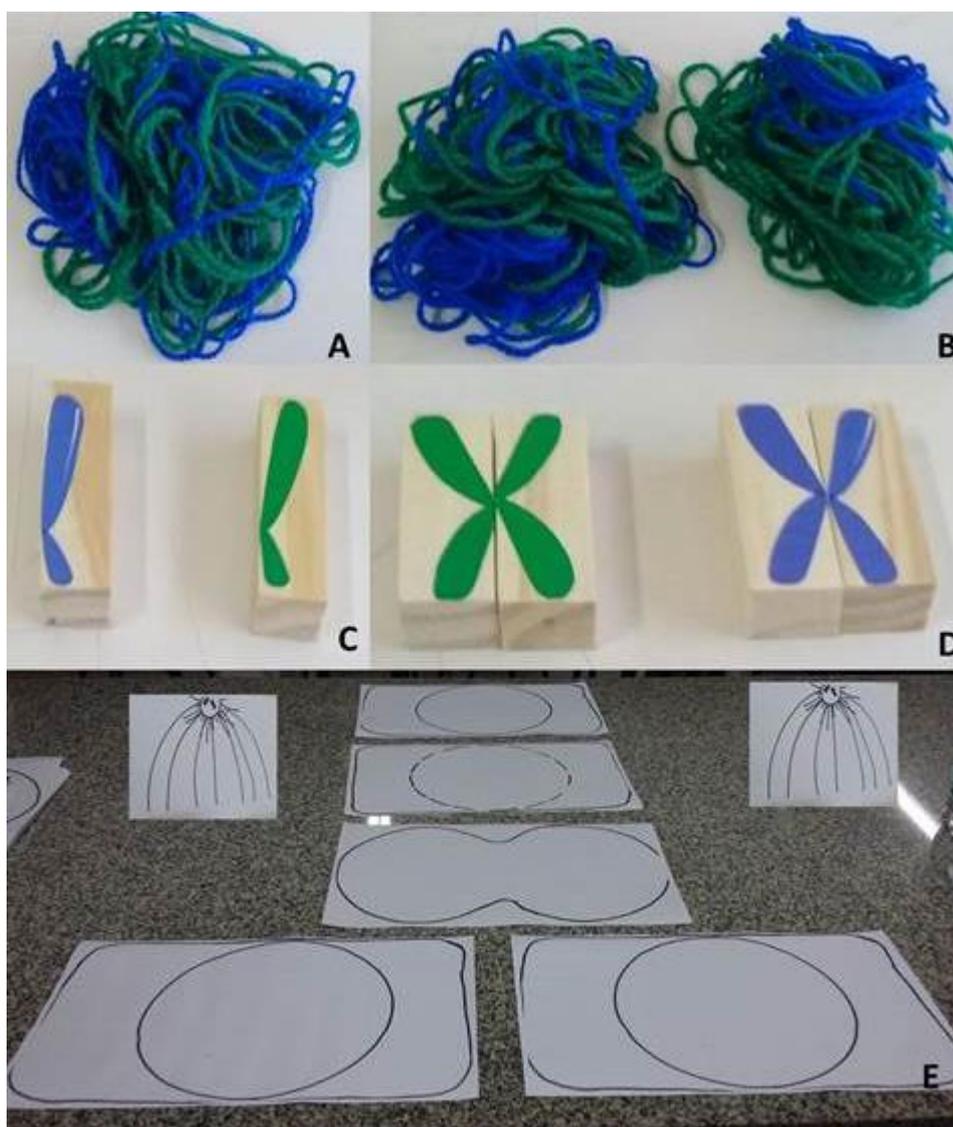


Figura 1: Material didáctico elaborado para representar la dinámica del ciclo celular: A) Ovillo de lana que simula a la cromatina en el período G_1 de la Interfase. B) Ovillo de lana que simula a la cromatina en el período G_2 de la Interfase. C) Piezas de madera que representan una cromátide en cada cromosoma. D) Pieza de madera que representa a los cromosomas duplicados. E) Plantillas utilizadas durante la práctica.

El módulo de trabajo fue pensado como una actividad teórico práctica de seis horas de duración; en una primera etapa se desarrolló el marco teórico en el que se discutieron y destacaron los aspectos relevantes del contenido disciplinar bajo análisis. Luego se realizó un abordaje recuperando las nociones fundamentales del tema a través de una secuencia de actividades que fue presentada en un protocolo de trabajo (Figura 2). En el mismo se proponía un trabajo grupal, organizado en cinco equipos, cada uno integrado por seis alumnos y dos docentes a cargo.

Representando el ciclo celular de forma dinámica

Las fichas de dominó que se utilizarán como recurso didáctico en esta actividad contienen imágenes del material genético en forma de cromátides; las mismas serán empleadas en esta clase para construir modelos de cromosomas que pueden ser manipulados, de modo de representar la dinámica que se produce durante el ciclo celular. Con este antecedente, les proponemos:

1. En primer lugar, analicen las piezas considerando que las mismas intentan representar el genoma de una especie hipotética $2n=4$

Luego, identifiquen las fichas que podrían utilizarse como cromátidas hermanas para representar cromosomas duplicados. ¿Qué tipos de cromosomas podrían representarse con las mismas?

2. Si bien durante la Interfase la cromatina se encuentra descondensada, y por lo tanto no puede visualizarse como cromosomas, representen con las fichas el modo en que se presentaría el material genético de este organismo $2n=4$ antes del período S de la interfase y después del mismo.

3. ¿Cuáles de las fichas podrían corresponder a cromosomas homólogos entre sí?

4. Representen el comportamiento de los cromosomas de este organismo $2n=4$ durante las distintas etapas de la mitosis. Tomen fotografías del proceso y con las capturas de cada una de las fases elaboren una secuencia fotográfica que reproduzca los principales sucesos de este tipo de división celular.

5. ¿Cuál es la ploidía de las células al inicio y al final del proceso mitótico? ¿y la carga de ADN?

6. ¿Cómo representarías la dinámica del material genético durante las distintas etapas de la meiosis? Tomen fotografías del proceso y con las capturas de cada una de las fases elaboren una secuencia fotográfica que reproduzca los principales sucesos de este tipo de división celular.

7. ¿Cuál es la ploidía de las células al inicio, al concluir la meiosis I y al finalizar la meiosis II? ¿Cómo varía aquí la carga de ADN? Representen estas variaciones con los ovillos de lana.

Figura 2: Protocolo de trabajo.

Durante el desarrollo de la propuesta los distintos grupos, valiéndose del material didáctico disponible, representaron o simularon los cambios que experimenta la célula durante el ciclo celular, modelizando de manera dinámica las transformaciones de la cromatina (Figura 3A), los cromosomas duplicados (Figura 3B) y su comportamiento durante la ubicación en el plano ecuatorial de la célula (Figura 3C) y la separación de las cromátidas hermanas o de los cromosomas homólogos (Figura 3D); también las modificaciones que ocurren a grandes rasgos al interior de la célula, como la desorganización y organización del núcleo, la formación del huso acromático y la citocinesis (Figura 3E). Cada momento del ciclo de vida de una célula hipotética que se representó, fue discutido y documentado a través de esquemas en las carpetas de trabajo y fotografiado logrando secuencias que reprodujeron los acontecimientos más trascendentes de cada momento bajo análisis (Figura 4). Posteriormente, se examinaron las producciones de cada grupo a través de un plenario en el cual se discutieron las conclusiones a las que arribaron y se analizaron los distintos patrones dinámicos que produjo cada equipo.

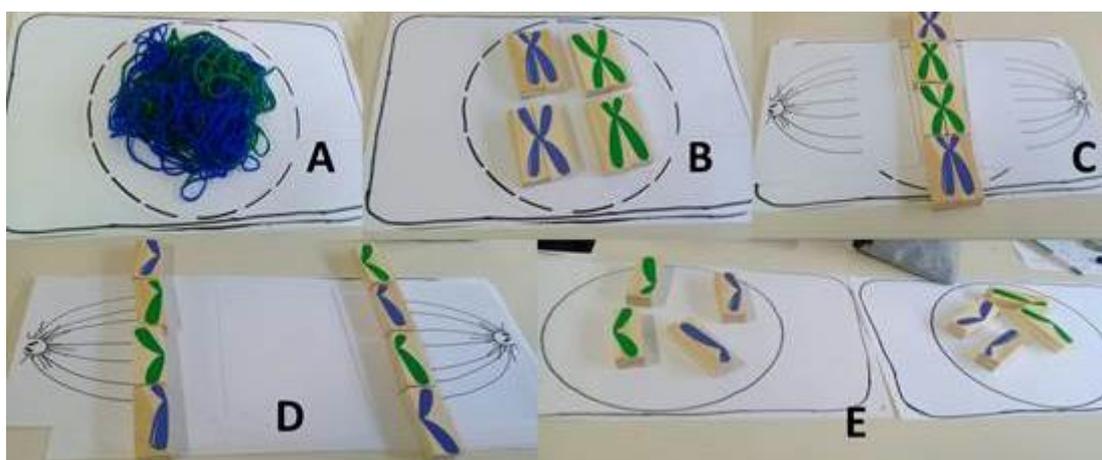


Figura 3: Representaciones de las distintas etapas de la mitosis construidas por los estudiantes con el material didáctico aportado. A) observación de cromatina. B) cromosomas duplicados. C) ubicación de los cromosomas en plano ecuatorial. D) migración de los cromosomas a los polos opuestos de la célula. E) obtención de dos células hijas por citocinesis.



Figura 4. Grupos de trabajo realizando las actividades propuestas.

Esta actividad fue complementada con una práctica de laboratorio en la cual se observaron al microscopio óptico, mitosis en ápices de raíz de cebolla, material que fue preparado con anterioridad para que pueda ser utilizado en la clase (Figura 5).



Figura 5. Preparación del material para la observación de mitosis en células de cebolla. A) Estado de Profase. B) Estado de Metafase. C) Estado de Anafase. D) Estado de Telofase.

Resultados de la experiencia

Las temáticas abordadas a través de esta secuencia didáctica han sido reportadas como fuente de conflictos tanto en relación a su enseñanza como a su aprendizaje, vinculándose a incomprendimientos, conceptualizaciones inadecuadas, confusiones de términos o términos utilizados como sinónimos - como es el caso de cromosomas homólogos, cromátidas hermanas, alelos, carácter, gen- ; cualquiera de estas situaciones interfiere en la comprensión de otros conceptos, pudiendo subyacer como obstáculo de aprendizaje. Los procesos involucrados en el ciclo celular tales como replicación del ADN, cambios en la carga de ADN durante la interfase y los procesos de división mitótica y meiótica se entrelazan con estos contenidos y son fuente, a su vez, de dificultades de aprendizaje. En este sentido, el trabajo realizado se presenta como una propuesta alternativa para abordar estas temáticas con la intención de generar nuevos caminos para el tratamiento didáctico de nociones complejas; por ello, la construcción de materiales didácticos específicos y adecuados, de fácil construcción y que puedan ser manipulados por los estudiantes representa un camino de interés para la didáctica de la biología y un desafío para los docentes que se encuentran en una continua búsqueda de líneas de trabajo superadoras. Las apreciaciones de los estudiantes que participaron de la experiencias y la dinámica de trabajo puesta en práctica fueron valoraciones que consideraron positivamente la propuesta, argumentando que colaboró con la comprensión de los temas tratados, volvió muy ágil la tarea, presentó la actividad práctica de una forma novedosa o no esperada y que representa una muestra de una modalidad de abordaje de los contenidos en el aula para su futura labor docente. Por

esta razón, resulta necesario en las situaciones de enseñanza y aprendizaje, recurrir al uso de diversos formatos de representación, de modo de colaborar con las diversas estrategias de aprendizaje propias de cada alumno.

Referencias bibliográficas

- Ayuso, E. y Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 133-157.
- Báez Islas, A; Flores Camacho, F.; García Rivera, B.E. (2017). Diversidad de representaciones sobre genética, cómo promover su construcción y explicitación. *Memorias del XIV Congreso Nacional de investigación Educativa*. San Luis de Potosí. México.
<http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/tematica06.htm>
- Barros, M. y Carneiro, M. 2005. Os conhecimentos que os alunos utilizam para ler as imagens de mitose e de meiose e as dificuldades apresentadas. V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Atas do V E.N.P.E.C. 5: 1- 12.
- Corbacho, V. y De, P. (2009). Enseñanza de la genética en la educación de nivel superior: dificultades para comprender conceptos y resolver problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extraordinario, pp. 1021-1024
- Diez de Tancredi, D. y Caballero, C. (2004). Representaciones externas de los conceptos biológicos de gen y cromosoma. Su aprendizaje significativo. *Revista de investigación*, 56, pp. 91-121
- Diez de Escribano y Caballero Sahelices (2004). Imágenes externas de gen y cromosoma en materiales instruccionales para la enseñanza de la Biología en el Sistema educativo venezolano. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* (RBPEC).
- Flores-Camacho, F.; Gallegos-Cázares, L.; Cruz Cisneros, J. (2017). Las representaciones científicas en estudiantes de bachillerato en un entorno multi-representacional. ¿Cómo identificarlas y evaluarlas?. XIV Congreso Nacional de Investigación Educativa –COMIE-. San Luis Potosí, Mexico.

- Gallarreta, S. (2002). Concepciones postinstruccionales sobre ADN, cromosomas, genes y alelos en el nivel universitario: determinación y análisis en estudiantes de Ciencias Veterinarias. *Educación en Biología*, 5 (2), pp. 56-60.
- Gallarreta, S. (2003). Concepciones postinstruccionales y obstáculos de aprendizaje en conceptos genéticos básicos. Determinación y análisis en el nivel universitario. *Memorias Encuentro de Investigadores en Enseñanza de las Ciencias*. Facultad de Ingeniería. UNCPBA.
- Gailhou, C.; Ercoli, P.; Tello Alvial, V.; Wajncner, Y. (2008). Herencia Biológica: Obstáculos Didácticos vinculados con las Concepciones Alternativas de los alumnos de Escuela Secundaria Básica sobre Herencia Biológica y Genética. En actas de *VIII Jornadas Nacionales y III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. Mar del Plata Buenos Aires Argentina
- Grande, E.; Charrier Melillán, M.; Y Vilanova, S. (2008). Las Representaciones de Gen, Cromosoma y Meiosis que presentan los Estudiantes Universitarios. En actas de *VIII Jornadas Nacionales y III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. Mar del Plata Buenos Aires Argentina
- Klautau-Guimarães, M.N.; Oliveira, S.; Akimoto, A.; Hiragi, C.; Barbosa, L.; Rocha, D. y Correia, A. (2008). Combinar e recombinar com os dominos. *Genética na Escola*, 3 (2), 1-7.
- Klautau, N.; Aurora, A.; Dulce, D.; Silviene, S.; Helena, H. y Correia, A. (2009). Relação entre herança genética, reprodução e meiose: um estudo das concepções de estudantes universitários do Brasil e Portugal. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2267-2270. (<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2267-2270.pdf>).
- Legarralde, T.; Gallarreta, S. y Vilches, A. (2012). Comprensión del proceso meiótico en estudiantes del profesorado en ciencias biológicas. *Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata
- Legarralde, T.; Vilches, A. y De Andrea, P. (2014). Percepción sobre la enseñanza de la Genética en futuros Profesores de Biología. *Actas XI Jornadas Nacionales y VI*

Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. General Roca, Río Negro.
Argentina

<http://congresosadbia.com/ocs/index.php/roca2014/roca2014/schedConf/presentation>

Legarralde, T. Rosenberg, C. y Vilches, A. (2016). Representaciones externas sobre conceptos clave de Genética. Un estudio en futuros profesores de Biología. Actas de las XII Jornadas Nacionales y VII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. VI Seminario Iberoamericano CTS y X Seminario CTS. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<http://congresosadbia.com/ocs/index.php>

Legarralde, T.; Rosenberg, C.; de Andrea, P.; Arcarúa, N.; Menconi, M.F.; Piancazzo, A. (2018). Una actividad frecuente en el aula de Biología. El trabajo con problemas de Genética. Actas de las XIII Jornadas Nacionales y VIII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. Bernal, Buenos Aires, Argentina.

<http://congresosadbia.com/ocs/index.php>

Legarralde, T.; De Andrea, P. y Vilches, A. (2019). Algunos aspectos clave de la diversidad genética. Representaciones externas en estudiantes del profesorado en Ciencias Biológicas. Actas X Congreso Iberoamericano de Educación Científica Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias en Debate. Montevideo, Uruguay.

<http://www.cieduc.org/2019/areas.html>

Rendón, C.; Galagovsky, L.; Stella, C. y Alonso, M. (2008). La Resolución de Problemas de Genética con el Tablero de Punnet: Un método eficiente que oculta un aprendizaje deficiente. En actas de VIII Jornadas Nacionales y III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. Mar del Plata Buenos Aires, Argentina.

Ruiz González, C., Banet, E., y López Banet, L. (2017). Conocimientos de los estudiantes de secundaria sobre herencia biológica: implicaciones para su enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (3), 550-569.

http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.04